

CAPITULO III. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXTENSIOMETRO PARA VIDRIO FUNDIDO

donde F/A es el esfuerzo aplicado a la muestra, siendo, F la fuerza de tracción aplicada y A el área de sección transversal del cilindro.

Es conveniente para la determinación experimental de la viscosidad extensional y de los parámetros viscoelásticos, el diseñar un extensiómetro para producir flujo extensional a una muestra de vidrio y mantener el esfuerzo ó el gradiente de velocidad constante y medir la respuesta del resultante.

a.- Bases del diseño.

El gradiente de velocidad será constante, si y solo si, el perfil de velocidad del vidrio fundido al estirarse satisface la ecuación (38), es decir, solo si la velocidad es proporcional a la longitud de la muestra.

La primera consideración de diseño, es sin lugar a dudas, la generación de flujo uniaxial extensional, la geometría de la muestra queda delimitada preferencialmente a un cilindro recto de vidrio en donde el perfil de velocidad esté dado por.

$$\frac{dv}{dx} = \dot{\epsilon}x \quad (41)$$

$$v = \dot{\epsilon}L \quad (38)$$

siendo v = velocidad, $\dot{\epsilon}$ el gradiente de velocidad definido como

$$\dot{\epsilon} = \frac{d}{dt} \ln \frac{L}{L_0} \quad (43)$$

donde L es la longitud del cilindro en cualquier tiempo y L_0 la longitud inicial de la muestra:

La viscosidad extensional uniaxial se define como

$$n_e = \frac{F/A}{\dot{\epsilon}} \quad (40)$$

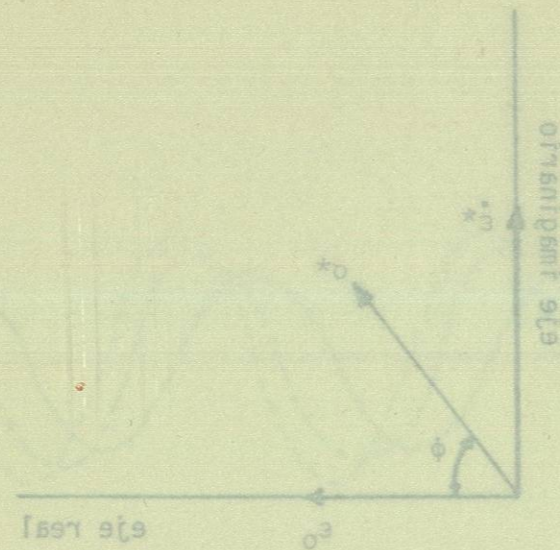


Fig. 30 Plano complejo

Es conveniente para la determinación experimental de la viscosidad extensional y de los parámetros viscoelásticos, el diseñar un extensómetro para producir flujo extensional a una muestra de vidrio y mantener el esfuerzo o el gradiente de velocidad constante y medir la respuesta del resultante.

4. - Bases del diseño.

La primera consideración de diseño, es sin lugar a dudas, la generación de flujo uniaxial extensional, la geometría de la muestra queda delimitada preferencialmente a un cilindro recto de vidrio en donde el perfil de velocidad esté dado por:

$$v = \dot{\epsilon} L \tag{38}$$

siendo $v =$ velocidad, $\dot{\epsilon}$ el gradiente de velocidad definido como

$$\dot{\epsilon} = \frac{1}{L_0} \frac{dL}{dt} \tag{39}$$

donde L es la longitud del cilindro en cualquier tiempo y L_0 la longitud inicial de la muestra.

La viscosidad extensional uniaxial se define como

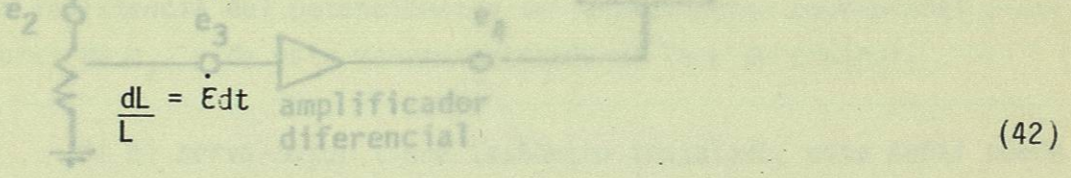
$$\eta_e = \frac{F/A}{\dot{\epsilon}} \tag{40}$$

Una manera de obtener este perfil de velocidad sería mediante el esfuerzo constante, donde F/A es el esfuerzo aplicado a la muestra, siendo, F la fuerza de tracción aplicada y A el área de sección transversal del cilindro.

Es condición necesaria para el cálculo de la viscosidad extensional, el mantener el esfuerzo o el gradiente de velocidad constante y medir la respuesta del resultante.

El gradiente de velocidad será constante, sí y solo sí, el perfil de velocidad del vidrio fundido al estirarse satisface la ecuación (38), es decir, solo si la velocidad es proporcional a la longitud de la muestra en cualquier instante. Manipulando la ecuación (38) obtenemos:

$$v = \frac{dL}{dt} = \dot{\epsilon} L \tag{41}$$



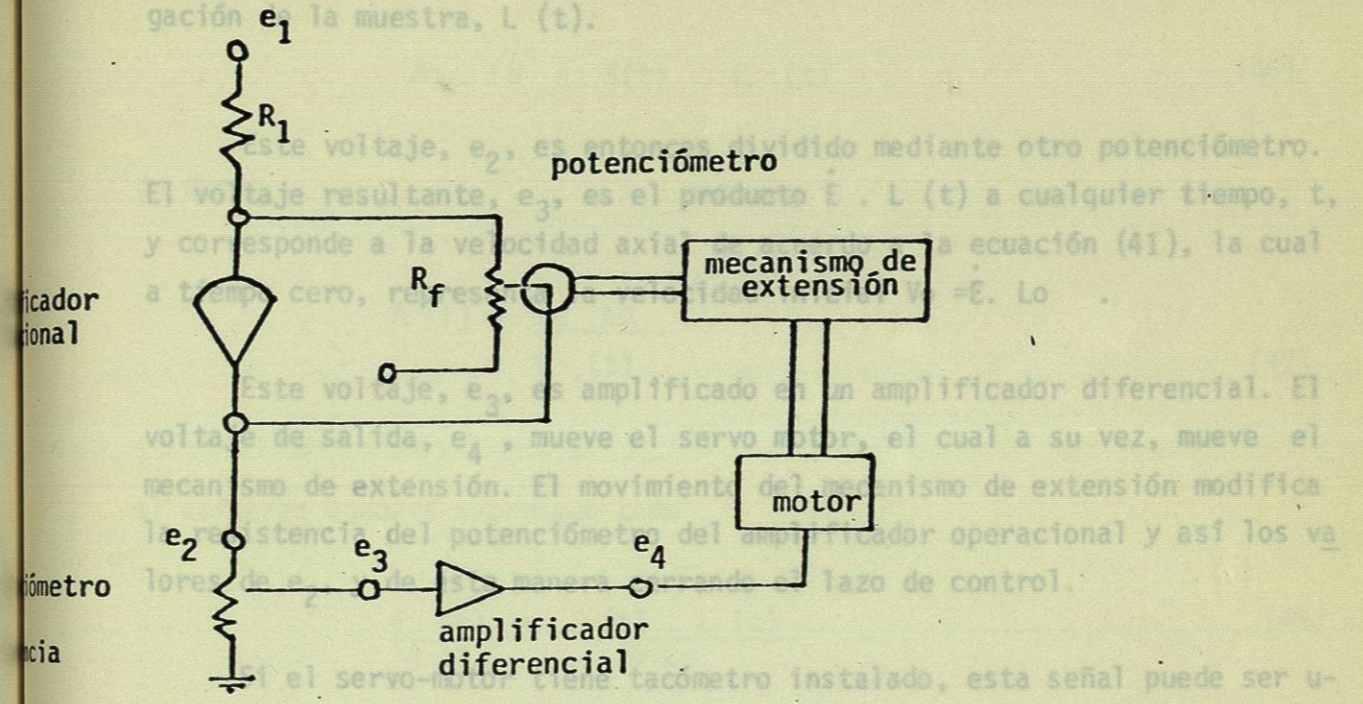
$$\ln \frac{L}{L_0} = \dot{\epsilon} t. \tag{43}$$

Figura 21. Circuito electrónico para una deformación a gradiente de velocidad constante. $L = L_0 e^{\dot{\epsilon} t}$ (44)

Un voltaje inicial e_1 , es suministrado a través de un potenciómetro acoplado al mecanismo de extensión, pero dado que la salida de un amplificador operacional es proporcional a la e_1 o sea, que la longitud deberá crecer exponencialmente con el tiempo.

$$e_2 = \left(\frac{R_2}{R_1} \right) e_1 \tag{45}$$

Una manera de obtener este perfil de velocidad sería mediante el esquema siguiente. (18)



Este procedimiento resultará en una extensión con gradiente de velocidad constante, el cual puede ser fácilmente variado cambiando simplemente el valor del potenciómetro de referencia que nos representa, e_1 .

Figura 21. Circuito electrónico para una deformación a gradiente de velocidad constante.

Un voltaje inicial e_1 , es suministrado a través de un potenciómetro acoplado al mecanismo de extensión, pero dado que la salida de un amplificador operacional es proporcional a la resistencia de retroalimentación,

$$e_2 = \left(\frac{R_f}{R_1} \right) e_1 \tag{45}$$

donde F/A es el esfuerzo aplicado a la muestra, siendo, F la fuerza de tracción aplicada y A el área de sección transversal del cilindro.

Es condición necesaria para el cálculo de la viscosidad extensiva, el mantener el esfuerzo o el gradiente de velocidad constante y medir la respuesta del resultante.

El gradiente de velocidad será constante, si y solo si, el perfil de velocidad del vidrio fundido al estirarse satisface la ecuación (38), es decir, solo si la velocidad es proporcional a la longitud de la muestra en cualquier instante. Manipulando la ecuación (38) obtenemos:

$$(1A) \quad v = \frac{dl}{dt} = \epsilon L$$

$$(2A) \quad \frac{dl}{L} = \epsilon dt$$

$$(3A) \quad \ln \frac{l}{l_0} = \epsilon t$$

$$(4A) \quad \ln \frac{l}{l_0} = \epsilon t$$

o sea, que la longitud deberá crecer exponencialmente con el tiempo.